

DIN EN ISO 28881

ICS 25.120.40

Entwurf

Einsprüche bis 2020-06-17
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 28881:2014-01

**Werkzeugmaschinen –
Sicherheit –
Funkenerodiermaschinen (ISO/DIS 28881:2019);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 28881:2019**

Machine tools –
Safety –
Electrical discharge machines (ISO/DIS 28881:2019);
German and English version prEN ISO 28881:2019

Machines-outils –
Sécurité –
Machines d'électro-érosion (ISO/DIS 28881:2019);
Version allemande et anglaise prEN ISO 28881:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-04-17 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nwm@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Werkzeugmaschinen (NWM) oder Corneliusstr. 4, 60325 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 130 Seiten

DIN-Normenausschuss Werkzeugmaschinen (NWM)

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Dieses Dokument (prEN ISO 28881:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 39 „Machine tools“ Unterkomitee SC 10 „Safety“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 143 „Werkzeugmaschinen – Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SNV (Schweiz) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 122-10-05 AA „Sicherheit – Erodiermaschinen“ im DIN-Normenausschuss Werkzeugmaschinen (NWM), der maßgeblich an der Erarbeitung dieses Dokuments mitgewirkt hat und auch für die deutsche Übersetzung sorgte.

Die von ISO/TC 39/SC 10 in Zusammenarbeit mit CEN/TC 143 erarbeiteten internationalen Normen gelten insbesondere für Werkzeugmaschinen und ergänzen entsprechende Typ-A- und Typ-B-Normen zur allgemeinen Sicherheit (zur Erklärung der Typ-A-, Typ-B-, und Typ-C-Normen siehe ISO 12100:2010, Einleitung).

Dieses Dokument beschreibt den gegenwärtigen Stand der Technik hinsichtlich Sicherheit und Gesundheitsschutz an alle Funkenerodiermaschinen. Sie dient als Typ-C-Norm der Ausfüllung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen des Anhangs I der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 3746	siehe DIN EN ISO 3746
ISO 4871	siehe DIN EN ISO 4871
ISO 11202	siehe DIN EN ISO 11202
ISO 13849-2:2003	siehe DIN EN ISO 13849-2:2008-09
ISO 13850	siehe DIN EN ISO 13850
ISO 13855	siehe DIN EN ISO 13855
ISO 13857:2008	siehe DIN EN ISO 13857:2008-06
ISO 14118	siehe DIN EN ISO 14118
ISO 7010	siehe DIN EN ISO 7010
IEC 60204-1:2016	siehe DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2019-06
IEC 60529	siehe DIN EN 60529 (VDE 0470-1)
IEC 61000-6-2	siehe DIN EN IEC 61000-6-2 (VDE 0839-6-2)
IEC 61000-6-4	siehe DIN EN 61000-6-4 (VDE 0839-6-4)
IEC 61310-1	siehe DIN EN 61310-1 (VDE 0113-101)
IEC 61310-2	siehe DIN EN 61310-2 (VDE 0113-102)
IEC 61558-1	siehe DIN EN IEC 61558-1 (VDE 0570-1)
IEC 61800-5-2:2007	siehe DIN EN 61800-5-2 (VDE 0160-105-2):2008-04
EN ISO 14119:2013	siehe DIN EN ISO 14119:2014-03

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 28881:2014-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- b) editorielle Verbesserungen und Anpassungen von Bearbeitungszeiten.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2019-06, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2016, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60204-1:2018*

DIN EN 60529 (VDE 0470-1), *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529)*

DIN EN 61000-6-4 (VDE 0839-6-4), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-4: Fachgrundnormen — Störaussendung für Industriebereiche (IEC 61000-6-4)*

DIN EN 61310-1 (VDE 0113-101), *Sicherheit von Maschinen — Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen — Teil 1: Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastbare Signale (IEC 61310-1)*

DIN EN 61310-2 (VDE 0113-102), *Sicherheit von Maschinen — Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen — Teil 2: Anforderungen an die Kennzeichnung (IEC 61310-2)*

DIN EN 61800-5-2 (VDE 0160-105-2):2008-04, *Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl — Teil 5-2: Anforderungen an die Sicherheit — Funktionale Sicherheit (IEC 61800-5-2:2007); Deutsche Fassung EN 61800-5-2:2007*

DIN EN IEC 61000-6-2 (VDE 0839-6-2), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-2: Fachgrundnormen — Störfestigkeit für Industriebereiche (IEC 61000-6-2)*

DIN EN IEC 61558-1 (VDE 0570-1), *Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten, Drosseln und entsprechenden Kombinationen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen (IEC 61558-1)*

DIN EN ISO 3746, *Akustik — Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene (ISO 3746)*

DIN EN ISO 4871, *Akustik — Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten (ISO 4871)*

DIN EN ISO 7010, *Graphische Symbole — Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen — Registrierte Sicherheitszeichen (ISO 7010)*

DIN EN ISO 11202, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten unter Anwendung angenäherter Umgebungskorrekturen (ISO 11202)*

DIN EN ISO 13849-2:2008-09, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 2: Validierung (ISO 13849-2:2003); Deutsche Fassung EN ISO 13849-2:2008*

DIN EN ISO 13850, *Sicherheit von Maschinen — Not-Halt-Funktion — Gestaltungsleitsätze (ISO 13850)*

DIN EN ISO 13855, *Sicherheit von Maschinen — Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen (ISO 13855)*

DIN EN ISO 13857:2008-06, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen (ISO 13857:2008); Deutsche Fassung EN ISO 13857:2008*

DIN EN ISO 14118, *Sicherheit von Maschinen — Vermeidung von unerwartetem Anlauf (ISO 14118)*

DIN EN ISO 14119-2014-03, *Sicherheit von Maschinen — Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen — Leitsätze für Gestaltung und Auswahl (ISO 14119:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14119:2013*

— Leerseite —

Werkzeugmaschinen — Sicherheit — Funkenerodiermaschinen (ISO/DIS 28881:2019)

Machines-outils — Sécurité — Machines d'électro-érosion (ISO/DIS 28881:2019)

Machine tools — Safety — Electrical discharge machines (ISO/DIS 28881:2019)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokumentstufe: parallele Umfrage

Dokumentsprache: D

STD Version 2.10b

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Liste der signifikanten Gefährdungen	12
5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	16
5.1 Allgemeine Anforderungen	16
5.2 Sicherheitsrelevante Bauteile von Steuerungssystemen für EDM-Einrichtungen und EDM-Systeme	17
5.3 Betriebsarten	18
5.3.1 Auswahl von Betriebsarten	18
5.3.2 Schutzmaßnahmen im Zusammenhang mit Betriebsarten	19
5.4 Stopp-Funktionen	22
5.4.1 Betriebshalt	22
5.4.2 Not-Halt	22
5.5 Spezifische Anforderungen	23
6 Benutzerinformation	34
6.1 Allgemeines	34
6.2 Kennzeichnungen, Hinweise, schriftliche Warnungen	35
6.3 Betriebsanleitung	35
6.3.1 Betriebsanleitung — Allgemeines	35
6.3.2 Besondere Empfehlungen zum Aufstellort der EDM-Einrichtung	36
6.3.3 Besondere Empfehlungen zur EDM-Bearbeitung	39
6.3.4 Lärm	40
Anhang A (informativ) Beispiele und schematische Darstellungen	42
Anhang B (normativ) Geräuschemissionsmessung	51
Anhang C (informativ) Brandschutzvorschriften für spezielle regionale Fälle	52
C.1 Brandschutzordnung	52
C.1.1 Allgemeines	52
C.1.2 Zielsetzung	52
C.1.3 Anwendung	52
C.1.4 Hinweise zu Brandverhütungsvorschriften	52
C.2 Bauliche Regeln	52
C.2.1 Allgemeines	52
C.2.2 Dielektrikum und Dielektrikumbehälter	52
C.2.3 Einrichtung für jede Sicherheitsvorkehrung	54
C.2.4 Automatische Feuerlöschung	54
C.2.5 Kennzeichnung	55
C.3 Bedienungsstandard	56
C.3.1 Allgemeines	56
C.3.2 Art und Flüssigkeitsstand des Dielektrikums	56

C.3.3	Einrichtung für jede Sicherheitsmaßnahme und die Bedienung	56
C.3.4	Wartung und Kontrolle	57
C.3.5	Bearbeitungsumfeld.....	57
C.3.6	Besondere Aufmerksamkeit während der Bearbeitung.....	58
C.3.7	Beispiele zu Feuerentzündungsgefahren bei der EDM-Bearbeitung.....	59
C.4	Freiwillige Wasserdichtheitsprüfung	62
C.4.1	Prüfeinrichtung.....	62
C.4.2	Prüfungsablauf.....	62
C.4.3	Beurteilung.....	62
C.4.4	Aufzeichnung der Prüfergebnisse und Archivierung.....	63
C.4.5	Informationen, die am Dielektrikumbehälter zu kennzeichnen und/oder anzubringen sind	63
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2006/42/EG		66
Literaturhinweise.....		67

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 28881:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 39 „Machine tools“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 143 „Machine tools - Safety“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SNV gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 28881:2013 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 28881:2019 wurde von CEN als prEN ISO 28881:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee [oder Projektkomitee] ISO/TC [oder ISO/PC] ###, [Titel des Komitees], Unterkomitee SC ##, [Titel des Unterkomitees] erarbeitet.

Diese zweite/dritte/... Ausgabe ersetzt die erste/zweite/... Ausgabe (ISO #####:#####), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

— xxx xxxxxxxx xxx xxxxx

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO ##### ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Einleitung

Diese Internationale Norm wurde als harmonisierte Norm erarbeitet, um damit ein Mittel der Übereinstimmung mit den grundlegenden Sicherheitsanforderungen der Maschinenrichtlinie der Europäischen Union und den damit zusammenhängenden EFTA-Regularien bereitzustellen.

Diese Internationale Norm ist nach der Definition in ISO 12100:2010 eine Typ C-Norm.

Die betreffenden Maschinen und der Umfang, in welchem Gefährdungen, gefährliche Situationen und Ereignisse abgedeckt sind, werden im Anwendungsbereich dieser Norm angegeben. Zusätzlich müssen Funkenerosionsbearbeitungs-Einrichtungen (EDM) und EDM-Systeme bezüglich Gefährdungen, die von dieser Norm nicht abgedeckt sind, entsprechend der ISO 12100 konstruiert sein.

Wenn Anforderungen dieser Typ C-Norm sich von jenen der Typ A- oder B-Normen unterscheiden, so haben die Bestimmungen in dieser Typ C-Norm Vorrang gegenüber den Bestimmungen in anderen Normen. Dies gilt für Maschinen, die nach den Bestimmungen dieser Typ C-Norm konstruiert und gebaut worden sind.

Diese Internationale Norm definiert das erforderliche Performance Level und die Sicherheitskategorien von sicherheitsrelevanten Teilen des Steuerungssystems für EDM-Einrichtungen und EDM-Systeme nach ISO 13849-1.

Die Anforderungen dieser Internationalen Norm betreffen Konstrukteure, Hersteller, Lieferanten und Importeure der im Anwendungsbereich beschriebenen Maschinen.

Diese Norm enthält auch eine Liste an Informationen, die der Hersteller dem Betreiber zur Verfügung stellen muss.

1 Anwendungsbereich

Diese internationale Norm legt technische Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen, welche für EDM-Einrichtungen und EDM-Systeme anwendbar sind, fest, nämlich

- manuell gesteuerte EDM-Senkerodiermaschinen und EDM-Bohrmaschinen;
- numerisch gesteuerte EDM-Senkerodiermaschinen und EDM-Bohrmaschinen, und
- numerisch gesteuerte EDM-Drahterodiermaschinen.

Diese sind von Personen zu beachten, die mit der Auslegung, Konstruktion, Aufstellung und/oder Lieferung von diesen Einrichtungen befasst sind. Diese internationale Norm enthält auch Informationen, die dem Anwender durch den Hersteller zur Verfügung gestellt werden müssen.

Diese internationale Norm gilt nicht für Maschinen zur Lichtbogenerosion und elektrochemischen Bearbeitungsmaschinen.

Diese internationale Norm berücksichtigt die Voraussetzungen für die bestimmungsgemäße Verwendung sowie die vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung unter üblichen Werkstattbedingungen und in nicht explosionsfähiger Atmosphäre, einschließlich Transport, Installation, Einrichtung, Wartung, Reparatur und Demontage zur Entfernung oder Entsorgung von EDM-Einrichtungen und EDM-Systemen.

Diese internationale Norm gilt auch für Zusatzeinrichtungen, die für die EDM-Bearbeitung erforderlich sind.

Diese internationale Norm behandelt spezifische Gefährdungen, Gefährdungssituationen oder gefährdende Ereignisse, welche im Zusammenhang mit EDM-Einrichtungen und EDM-Systemen, bei bestimmungsgemäßer Verwendung und bei Fehlanwendung, welche für den Hersteller vernünftigerweise vorhersehbar sind, stehen (siehe Abschnitt 4).

Diese Internationale Norm gilt für Maschinen, die nach dem Ausgabedatum dieser Internationalen Norm hergestellt wurden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder im Ganzen zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments unerlässlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 3746, *Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*

ISO 4871, *Acoustics — Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment*

ISO 11202, *Acoustics — Noise emitted by machinery and equipment — Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions applying approximate environmental corrections*

ISO 13849-2:2003, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2: Validation*

ISO 13850, *Safety of machinery — Emergency stop function — Principles for design*

ISO 13855, *Safety of machinery — Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body*

ISO 13857:2008, *Safety of machinery — Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs*

ISO 14118, *Safety of machinery — Prevention of unexpected start-up*

ISO 7010, *Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Required safety signs*¹⁾

IEC 60204-1:2016, *Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-2: Generic standards — Immunity for industrial environments*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-4: Generic standards — Emission standard for industrial environments*

IEC 61310-1, *Safety of machinery — Indication, marking and actuation — Part 1: Requirements for visual, acoustic and tactile signals*

IEC 61310-2, *Safety of machinery — Indication, marking and actuation — Part 2: Requirements for marking*

IEC 61558-1, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products — Part 1: General requirements and tests*

IEC 61800-5-2:2007, *Adjustable speed electrical power drive systems — Part 5-2: Safety requirements — Functional*

EN ISO 14119:2013, *Sicherheit von Maschinen — Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen — Leitsätze für Gestaltung und Auswahl (ISO 14119:2013)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 12100 und ISO 13849-1 und die folgenden Begriffe.

3.1

Funkenerosionsbearbeitung

EDM

jeder Bearbeitungsprozess, nach dem Prinzip der Funkenerosion

Anmerkung 1 zum Begriff: Funkenerosionsbearbeitung wird im Allgemeinen mit "EDM" abgekürzt.

3.2

EDM-Bearbeitung

Materialabtragung in einem Dielektrikum, durch zeitlich voneinander getrennten und räumlich zufällig verteilten elektrischen Entladungen zwischen zwei elektrisch leitenden Elektroden wobei die Entladungsenergie gesteuert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die beiden elektrisch leitenden Elektroden sind die Werkzeuelektrode und die Werkstückelektrode.

1) Die grafischen Symbolsammlungen von ISO 7000, ISO 7001 und ISO 7010 sind auch online im ISO-Webshop erhältlich. Weitere Informationen erhalten Sie auf der Website http://www.iso.org/iso/fr/publications_and_e-products/databases.htm

3.3

EDM-Einrichtung

Werkzeugmaschine, die alle für die funkenerosive Bearbeitung erforderlichen Aggregate beinhaltet

BEISPIEL Generator, Steuerstromkreise und Dielektrikum-Behälter.

3.4

EDM-System

Anordnung der EDM-Einrichtung und anderer Maschinen oder Geräte, die als funktionale Einheit angeordnet, miteinander verbunden und gesteuert sind

3.5

EDM-Senkerodieren

Abtragen von Material durch Funkenerosion mit einer geformten oder stabförmigen Elektrode zum Erzeugen verschiedener Konturen im Werkstück

Anmerkung 1 zum Begriff: Konturen im Werkstück können konkav oder konvex sein sowie die Form prismatischer Löcher aufweisen.

3.6

EDM-Bohren

Abtragen von Material durch Funkenerosion mittels einer röhrenförmigen Elektrode zum Erzeugen gerader Löcher im Werkstück

3.7

EDM-Drahtschneiden

Abtragen von Material durch Funkenerosion mittels einer Drahtelektrode zum Erzeugen von prismatischen Konturen im Werkstück

3.8

Steuerstromkreis

<Maschinen> Stromkreis, der zur Steuerung, einschließlich Überwachung der Maschine, dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Für elektrische Ausrüstung siehe IEC 60204-1:2016, 3.1.10.

3.9

Maschinensteuerungssystem

System, das auf Eingangssignale von Teilen der Maschinenelemente, des Benutzers, einer externen Steuerungseinrichtung oder irgendeiner Kombination dieser, reagiert und Ausgangssignale erzeugt, damit sich die Maschine in der vorgesehenen Art und Weise verhält, wie in ISO 13849-1:2006, 3.1.32 spezifiziert

3.10

numerische Steuerung

NC

computerbasierte numerische Steuerung

CNC

automatische Steuerung eines Prozesses durch eine Einrichtung, die während des Prozesses zugeführte numerische Daten verwendet

[QUELLE: ISO/IEC 2806:1994, Definition 2.1.1 — modifiziert.]

3.11

elektronisches Handrad

von Hand betätigte Steuerungseinrichtung, die während ihrer Drehung durch die Erzeugung von Eingabeimpulsen in die numerische Steuerung eine Achsbewegung auslöst und aufrechterhält

3.12

Zustimmungseinrichtung

zusätzliche handbetätigte Einrichtung, die in Verbindung mit einer Anlaufsteuerung benutzt wird, und die bei ständiger Betätigung die Funktion einer Maschine zulässt

[QUELLE: ISO 12100:2010, 3.28.2, — modifiziert.]

3.13

Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung

Steuerungseinrichtung, die die Ausführung von gefährdenden Maschinenfunktionen nur so lange in Gang setzt und aufrechterhält, wie die Handsteuerung (das Stellteil) betätigt wird

[QUELLE: ISO 12100:2010, 3.28.3 — modifiziert.]

3.14

Dielektrikum

<EDM-Bearbeitung> nichtleitendes Medium, das zur Verbesserung des Erodierprozesses, zum Abtransportieren der Bearbeitungsrückstände und zum Kühlen des Werkstücks/der Elektrode verwendet wird

3.15

brennbares Dielektrikum

Dielektrikum, das bei EDM-Prozessen verwendet wird, charakterisiert durch relativ leichte Entzündbarkeit und Brennbarkeit

3.16

Flammpunkt

Niedrigste Temperatur, bei der das Dielektrikum, welches zum Senkerodieren verwendet wird, genug entzündliches Gas oder Dämpfe freisetzt um zu zünden und die Verbrennung aufrecht zu halten

3.17

Dielektrikum-Behälter

Behältersystem zum Aufbewahren des Dielektrikum in einem für die EDM-Bearbeitung gebrauchsfähigen Zustand

BEISPIEL Filtern und Kühlen.

3.18

Arbeitsbehälter

<EDM-Einrichtung> den Arbeitsbereich umschließende Einheit zur Aufnahme des Dielektrikums für die EDM-Prozesse

3.19

Arbeitsbereich

<EDM-Einrichtung> Raum innerhalb des Bereichs der Maschine, in dem der EDM-Prozess stattfinden kann (im und um den Arbeitsbehälter herum)

3.20

Generator

Einheit zum Umwandeln der elektrischen Energie, welche der EDM-Einrichtung und dem EDM-System zum Zwecke der Funkenerosionsbearbeitung zugeführt wird

3.21

elektrische Bearbeitungsenergie

elektrische Energie, mit der die EDM-Einrichtung und das EDM-System versorgt wird, die wiederum durch den Generator in eine spezifische elektrische Energie umgewandelt wird, welche der Senk-/Drahtelektrode und dem Werkstück als Werkzeug zwecks Bearbeitung mittels elektrothermischer Materialabtragung zugeführt wird

3.22

Elektrodenwechsler

<EDM-Einrichtung> in die Maschine integrierter Mechanismus, welcher der Maschine eine Elektrode im Austausch gegen eine andere Elektrode zuführt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Wechseleinrichtung ist vorgesehen, um dem Bediener einen Elektrodenwechsel aus einer Position außerhalb des Arbeitsbereiches heraus zu ermöglichen.

3.23

Werkstückwechsler

<EDM-Einrichtung> Mechanismus, der Teil der Maschine ist und der Maschine ein Werkstück oder eine Palette im Austausch gegen ein anderes Werkstück oder eine andere Palette zuführt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Werkstückwechsler/Palettenwechsler ist vorgesehen, um dem Bediener einen Werkstück-/Palettenwechsel aus einer Position außerhalb des Arbeitsbereiches heraus zu ermöglichen.

3.24

Betriebsart

mögliche Betriebsart für den Einsatz der Maschine

3.24.1

Automatikbetrieb (MO 1: Automatisch)

Betriebsart zum Einsatz unter numerischer Steuerung, um programmierte aufeinanderfolgende Betriebsabläufe bei geschlossenen trennenden Schutzeinrichtungen auszuführen, bis diese durch ein Programm oder den Bediener gestoppt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff entspricht der Betriebsart Bearbeitung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für Maschinen, die über automatische Einstellprogramme verfügen, gelten solche Betriebsabläufe als Automatikbetrieb.

3.24.2

Einrichtbetrieb (MO 2: Einrichten)

Betriebsart zum Einsatz ohne elektrische Bearbeitungsleistung und für Tätigkeiten, bei denen vom Bediener Einstellungen für die nachfolgende Bearbeitung durchgeführt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Messzyklen (z. B. durch Berührung des Werkstücks mit einem Fühler oder einer Elektrode), Überprüfung der Bewegung des Werkstücks und/oder der Elektrode unter Verwendung des Elektroden- und/oder Werkstückwechslers, Überprüfung/ Optimierung der Einspritzungs- oder Saugspülung, Trockenlauf zur Überprüfung des NC-Programms, etc., sind Abläufe, die Teil des Einrichtbetriebes sind (siehe 5.3.2.2).

3.24.3

Funkenerosion-Einstellbetrieb (MO 3: Manuelle Intervention)

Betriebsart für spezifische Einstellungen bei eingeschalteter Entladungsenergie und mit zeitweise geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen der EDM-Einrichtung und aktivierten alternativen Schutzmaßnahmen

BEISPIEL Einstellung der Abluftabsaugung, vertikale Drahtjustierung, Einstellung an der Spülung des Dielektrikums und visuelle Maschineninspektion.

3.24.4

Betriebsart Service (MO Service)

Betriebsart für Service und Wartungsaufgaben

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Betriebsart Service ist die Bearbeitung eines Werkstücks nicht zulässig.

BEISPIEL Achskalibrierung z. B. durch Laser, Generatorkalibrierung, Wiederholbarkeitstest

3.25

Performance Level

PL

diskreter Level, der die Fähigkeit der sicherheitsrelevanten Teile von Steuerungssystemen dahingehend spezifiziert, dass eine Sicherheitsfunktion unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen ausgeführt wird

[QUELLE: ISO 13849-1:2006, 3.1.23 — modifiziert.]

3.26

mittlere Betriebsdauer bis zum gefahrbringenden Ausfall

MTTF_d

Erwartung der mittleren mittleren Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall

[QUELLE: ISO 13849-1, 3.1.25]

3.27

elektromagnetische Verträglichkeit

Fähigkeit einer EDM-Einrichtung oder eines EDM-Systems, in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu arbeiten, ohne dabei selbst unannehmbare elektromagnetische Störungen zu verursachen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Elektromagnetische Verträglichkeit wird im Allgemeinen mit "EMC" abgekürzt.

3.28

Abschirmung

mechanisches Hindernis oder Umhausung aus leitfähigem Material, mit dem Ziel, die Emission/das Eindringen eines veränderlichen elektromagnetischen Feldes in einen zugewiesenen Bereich zu mindern.

4 Liste der signifikanten Gefährdungen

Dieser Abschnitt enthält alle signifikanten Gefährdungen, gefährdenden Situationen und Ereignisse, sofern diese in diesem Dokument behandelt werden, welche durch Risikobeurteilung als für diese Maschinenart signifikant ermittelt wurden und die Maßnahmen erfordern, um das Risiko zu eliminieren oder zu verringern.

ANMERKUNG 1 Der Zweck einer Risikobeurteilung besteht darin, Gefährdungen zu identifizieren und Risiken einzuschätzen und zu beurteilen, um diese zu verringern und das Restrisiko auf den Anwender zu übertragen (siehe Abschnitt 6). Zu diesem Zweck sind viele Methoden und Werkzeuge verfügbar, und einige hiervon sind in diesem Dokument beschrieben. Die gewählte Methode oder das gewählte Werkzeug ist im Wesentlichen eine Frage der Industrie, des Unternehmens oder der persönlichen Präferenz. Die Wahl einer bestimmten Methode oder eines bestimmten Werkzeugs ist weniger wichtig als der Prozess an sich. Die Vorteile einer Risikobeurteilung ergeben sich eher aus der Einhaltung dieses Verfahrens als aus der Genauigkeit der Ergebnisse: solange eine systematische Vorgehensweise angewandt wird, um von einer Gefahrenerkennung zu einer Risikominderung zu gelangen, sind alle Gefahren Elemente miteinbezogen (siehe ISO/TR 14121-2).

Die Liste der Gefährdungen in Tabelle 1 ist das Ergebnis einer Risikobeurteilung, welche für alle EDM-Einrichtungen im Anwendungsbereich dieser Norm durchgeführt wurde. Die technischen Maßnahmen und Benutzerinformationen in den Abschnitten 5 und 6 basieren auf der Risikobeurteilung und behandeln die festgestellten Gefährdungen in solcher Weise, dass diese entweder eliminiert oder die Auswirkungen der daraus resultierenden Risiken gemindert werden.

ANMERKUNG 2 Die Aufmerksamkeit des Konstrukteurs ist auf Gefährdungen gerichtet, die während der Lebensdauer der Maschine auftreten können. Die Risikobeurteilung vermutet Risiken sowohl für den oder die Bediener als auch für eine andere Person oder andere Personen, die Zugang zum Gefährdungsbereich oder zu den Gefährdungsbereichen haben können, und zwar bei bestimmungsgemäßer Verwendung, einschließlich einer vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung der Maschine (siehe ISO 12100:2010, 3.23 und 3.24). Dies beinhaltet ein Risiko sowohl bei der Funkenerosion im Automatikbetrieb als auch bei Betriebsabläufen, die ein Eingreifen erfordern (z. B. Einrichtung, Wartung und Reparatur).

Die durch diese Internationale Norm abgedeckten signifikanten Gefährdungen sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Folgende Gefährdungen sind besonders zu beachten:

- elektrische Gefährdungen (Elektrodenspannung);
- brennbares Dielektrikum (Flüssigkeitsstand, Temperatur, Branderkennung);
- gefährdende Substanzen (enthalten in Abfallentsorgung, verbrauchten Filtern, verbrauchtem Dielektrikum, Elektroden und Schlämmen);
- elektromagnetische Emissionen (ausgesendete und empfangene); siehe IEC 61000-6-2 EMC für Störfestigkeit und IEC 61000-6-4 EMC für Emission.

Tabelle 1 — Liste der signifikanten Gefährdungen und Hauptquellen dieser Gefährdungen im Zusammenhang mit Funkenerodiermaschinen

Nr. ^a	Art der Gefährdung	Gefährdende Situation Handlung	Tätigkeit	Gefahrenbereich	Referenz zu Tabelle 3
1	Mechanische Gefährdungen:				
1.1	Beschleunigung, Verzögerung (kinetische Energie von Elementen in kontrollierter oder unkontrollierter Bewegung): Überdrehen, Einschlag	Bewegungen von Maschinenelementen Versagen der Steuerung	Einrichtung, Bearbeitung und Wartung	An und in der Nähe der Maschine	A1, A2, A3, A8
1.2	Schneidteile, scharfe Kanten: Quetschen und Scheren	1.2.1 Spannen des Werkstücks	Beladen/entladen, neu ausrichten	Zwischen Spannelementen und Werkstück	A1, A2, A3
		1.2.2 Automatischer Werkstück-/Elektrodenwechsel	Kraftbetriebener Werkstück-/Elektrodenwechsel	Bereich der Werkstück-/Elektrodenbewegung	A1, A2, A3
		1.2.3 Bewegliche Teile (z. B. Achsen, rollende Elemente) Versagen des Steuerschaltung	Manuelle Betätigung, Werkstück-/Elektrodenwechsel	Zwischen Werkstück/Elektrode und Maschinenteilen	A1, A2, A3, B4
1.3	Bewegliche und/oder rotierende Elemente: Aufwickeln	Manueller oder automatischer Werkstück-/Elektrodenwechsel, Rotation der Spindel und der Drahtrollen, Versagen des Steuerschaltung	Manueller oder kraftbetriebener Werkstück-/Elektrodenwechsel und Spindelrotation	Zwischen Werkstück/Elektrode und Maschinenteilen	A1, A2, A3, B4

Nr. ^a	Art der Gefährdung	Gefährdende Situation Handlung	Tätigkeit	Gefahrenbereich	Referenz zu Tabelle 3
1.4	Hoher Druck: Eindringen oder Ausstoß von Flüssigkeit	Ausstoß, Leckage, Spülung und Restdruck bei Hydraulik-/Pneumatik Systemen	Einrichtung, Bearbeitung, Wartung	An und in der Nähe der Maschine	A4
1.5	Raue, rutschige Oberfläche: Ausrutschen, Stolpern und Fallen von Personen (bezogen auf Maschinenanlagen)	Ausstoß oder Überlauf von Flüssigkeiten und Schmierstoffen; am Boden befestigte Schleppkabel hängende oder lose Verbindungskabel	Während und nach der Bearbeitung und der Wartung	Arbeitsbehälter mit Ganzkörperzugang, rutschiger Fußboden und erhöhte Arbeitspositionen, Bereich rund um die Maschine	A6
1.6	Stabilitätsverlust: unausgewuchtete Maschine oder Teile unsachgemäß befestigtes Teil der Maschine Mittels Kran angehobene Maschine oder Teile Überladener Transport	Aufprall, Einfangen und/oder Quetschen durch Neigung und/oder Fallen der Maschine	Maschinen-aufbau, Transport, Installation und Inbetrieb-nahme	An und in der Nähe der Maschine	A9
2	Elektrische Gefährdungen:				
2.1	Stromführende Teile (direkter Kontakt): Stromschläge von Personen, Auswirkung auf medizinische Implantate, Schock	Kontakt mit Werkstück/Elektrode, Draht/Drahtführung und Kontakt mit ungeschützten Leitungen	Überwachung der Bearbeitung, Einrichtung und Wartung	Werkstück, Elektrode, Werkzeughalterung	B1, B2
2.2	Teile, die unter Fehlerbedingungen spannungsführend werden (indirekter Kontakt): Stromschlag von Personen, Auswirkung auf medizinische Implantate, Schock	Kontakt mit Teilen der Maschine, welche während des normalen Betriebs nicht unter Spannung stehen	Wartung und Service am Generator und/oder an der Maschine	An und in der Nähe der Maschine, Isolation von elektrischen Kabeln und Ausrüstungen	B1, B3
3	Thermische Gefährdungen (für EDM nicht relevant):				

Nr. ^a	Art der Gefährdung	Gefährdende Situation Handlung	Tätigkeit	Gefahrenbereich	Referenz zu Tabelle 3
4	Gefährdungen durch Lärm:				
4.1	Herstellungsprozess (Flüssigkeitspumpen, bewegliche und/oder rotierende Teile, pfeifende Pneumatik): Gehörschaden/verlust oder andere physiologische Beeinträchtigungen	Emission von gefährlichem Lärm aus der EDM-Einrichtung oder deren Zusatzeinrichtungen	Während der Bearbeitung, Einrichtung, Reinigung, Wartung und der Reparaturarbeiten	An und in der Nähe der Maschine oder der Zusatzeinrichtungen	C1
5	Gefährdungen durch Schwingungen (für EDM nicht relevant):				
6	Gefährdungen durch Strahlung:				
6.1	Elektromagnetische Strahlung: Herbeiführen eines Ausfalls von sicherheitsrelevanten Bauteilen des Steuerungssystems und medizinischen Implantaten	Gefährdende Strahlung im unmittelbaren Arbeitsbereich	Während des Betriebs der Maschine und der Einrichtung	In der Nähe der Maschine oder der Zusatzeinrichtungen	B4, B5, B6
7	Gefährdungen durch Werkstoffe/Substanzen:				
7.1	Kontakt mit oder Inhalation von schädlichen Flüssigkeiten, Gasen, Nebeln und Staub	Bedingungen in der Nähe der Maschine, welche durch ausgestoßenes Dielektrikum, Abtropfen oder Verdampfung, Nebel, usw., hervorgerufen wurden	Während der EDM-Bearbeitung, Einrichtung, Wartung und der Entsorgung der Maschine	An und in der Nähe der Maschine	D1 bis D4
7.2	Feuer oder Explosion	Brandgefahr, entstanden durch entzündliche Gasblasen oder Nebelbildung, länger andauernde Lichtbögen, Verlust von Dielektrikum, Fehler bei der elektrischen oder hydraulischen Energiezufuhr, Ausfall der Steuerschaltung, usw.	Während der EDM-Bearbeitung	Im Arbeitsbehälter, Arbeitsbereich und in der Nähe der Maschine	D4 bis D12

Nr. ^a	Art der Gefährdung	Gefährdende Situation Handlung	Tätigkeit	Gefahrenbereich	Referenz zu Tabelle 3
8	Ergonomische Gefährdungen:				
8.1	Spezifische Anforderungen, welche auf die Nichteinhaltung von ergonomischen Grundsätzen zurückzuführen sind	Ergonomische Gefährdungen, einschließlich ungesunde Körperhaltung und/oder übermäßige Anstrengung, einschließlich der Konstruktion von Maschinen im Einklang mit ergonomischen Grundsätzen	Während des Beladens und Entladens einer Elektrode oder eines Werkstücks an der EDM-Einrichtung und am EDM-System	Am Arbeitsplatz des Bedieners	F1
9	Gefährdungen in Verbindung mit der Umgebung, in der die Maschine benutzt wird:				
9.1	Elektromagnetische Störungen: äußere Einflüsse auf die elektrische Ausrüstung	Fehlfunktion der Maschine selbst oder der elektrischen Ausrüstung aufgrund von elektromagnetischen Störungen, Versagen des Steuerkreises	Maschine im Betrieb, Einrichtung und Wartung	An und in der Nähe der Maschine	B4
10	Kombination von Gefährdungen:				
10.1	Ausfall der externen Energieversorgung und Wiederherstellung der Energieversorgung nach einer Unterbrechung	Fehlfunktion, verursacht durch den Ausfall der Energieversorgung an der Maschine selbst und/oder an der elektrischen/pneumatischen Ausrüstung, Ausfall von kraftbetriebenen Spanneinrichtungen und von Maschinenelementen, welche sich durch Restkräfte bewegen und/oder rotieren (z. B. Trägheit, Schwerkraft)	Alle Aktivitäten an der Maschine	An der Maschine und an allen beweglichen Elementen der Maschine	E1, E2, E3
^a Diese Liste ist abgeleitet aus ISO 12100:2010, Tabelle B-1.					

5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen

5.1 Allgemeine Anforderungen

EDM-Einrichtungen und EDM-Systeme müssen den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen entsprechen und müssen entsprechend dieses Abschnitts geprüft werden. Zusätzlich müssen die Einrichtungen und Systeme für relevante, jedoch nicht signifikante Gefährdungen, die nicht Gegenstand der vorliegenden Norm sind, nach den Grundsätzen von ISO 12100:2010 konstruiert sein.

Eine Fehleranalyse der Maschinenbauteile, einschließlich der Fehler im Steuerungssystem oder in den Steuerungssystemen ist ein Teil der Risikobeurteilung und Leitlinien zu diesem Thema sind in ISO 13849-1 dargelegt. Deshalb sind Zuverlässigkeitsanforderungen an die Sicherheitsfunktionen als Performance Level nach ISO 13849-1 definiert (siehe 5.2).

5.2 Sicherheitsrelevante Bauteile von Steuerungssystemen für EDM-Einrichtungen und EDM-Systeme

- a) Sicherheitsrelevante Hardware und Software: Für die Anwendung dieser internationalen Norm bedeutet, sicherheitsrelevantes Bauteil des Steuerungssystems, der Teil eines Steuerungssystems welcher auf sicherheitsrelevante Eingangssignale reagiert und sicherheitsrelevante Ausgangssignale generiert. Sicherheitsrelevante Bauteile eines Steuerungssystems beginnen an dem Punkt, an dem sicherheitsrelevante Eingangssignale ausgelöst werden (inklusive, z. B., Auslöser und dem auslösendem System eines Positionsschalters) und enden am Ausgang der steuernden Leistungsteile (inklusive, z. B., der Hauptkontakte eines Schützes). Sicherheitsfunktionen der Steuerungssysteme müssen durch sicherheitsrelevante Bauteile, welche nach ISO 13849-1 gestaltet, gebaut und angewendet, umgesetzt werden. Wenn die aktivierte Sicherheitsfunktion einen Kategorien 2 Halt gemäß IEC 60204-1:2005, Abschnitt 9.2.2 auslöst, ist eine automatische Überwachung des Haltes nach Kategorie 2 erforderlich, um einen unerwarteten Anlauf oder Achsbewegung gemäß ISO 14118 zu verhindern.
- b) Sicherheitsfunktionen: Sicherheitsrelevante Bauteile der Steuerungssysteme, welche die Sicherheitsfunktionen erfüllen, müssen dem Performance Level und Sicherheitskategorie der ISO 13849-1, wie in Tabelle 2 aufgeführt, entsprechen. Weitere Informationen zu diesem Thema sind in Anhang D aufgeführt.

Tabelle 2 — Erforderlicher Performance Level (PLr) von sicherheitsrelevanten Bauteilen des Steuerungssystems für EDM-Einrichtungen und EDM-Systeme

Sicherheitsfunktionen	Referenz [(Unter)abschnitt]	Erforderlicher Performance Level, PLr ISO 13849-1:2006	Referenz zu Tabelle 3
— Bewegungssteuerung mittels Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder elektronischem Handrad	5.3.2.2	PL _r b	A3
— Bewegungssteuerung mit sicher überwachter verminderter Geschwindigkeit	5.3.2.2	PL _r c	A3
— Verriegelungsfunktion von beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen des Werkzeugwechslers/-magazins	5.3.2.2	Kat. 3, PL _r c	A1, A2, A3, B2
— Sicherer Betriebshalt (SOS) in Übereinstimmung mit IEC 61800-5-2	5.4.1	PL _r c	B6
— Start, Stopp und automatische Neustart-Funktion der maschinellen Bearbeitung	5.4.1	PL _r b	E3

Sicherheitsfunktionen	Referenz [(Unter)abschnitt]	Erforderlicher Performance Level, PLr ISO 13849-1:2006	Referenz zu Tabelle 3
— Verriegelungsfunktion von beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen der EDM-Einrichtung	a	Kat. 3, PL _r c	A1, A2, A3, B2
— Bewegungssteuerung und/oder Steuerung der elektrischen Bearbeitungsenergie mittels Zustimmungseinrichtung	5.3.2.2 5.3.2.3	Kat. 3, PL _r c	A3
— Zeitbegrenzungsfunktion für Funkenerosion-Einstellbetrieb	5.3.2.3	PL _r c	A1, A2, A3, B2
— Betriebsarten-Auswahlfunktion	5.3.1	PL _r c	
— Funktion zum Stillsetzen im Notfall	5.4.2	Kat. 3, PL _r c	
— Zustimmungseinrichtungs-Funktion	5.3.2.2 5.3.2.3	Kat. 3, PL _r c	A3
— Überwachungsfunktion des Flüssigkeitsstandes und der Temperatur des brennbaren Dielektrikums	b	PL _r c	D6, D7, D8
— Branderkennungsfunktion	b	PL _r c	D10
<p>^a Verriegelungsfunktion von beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen, elektro-sensitive Schutzeinrichtung (ESPE) oder andere Sicherheitseinrichtung von EDM-Einrichtungen bei gefahrbringenden Bewegungen und Spannung an den Elektroden > 25 V-a.c. oder > 60 V-d.c. (unter Verwendung einer Sicherheitsquelle nach IEC 61558-1).</p> <p>^b Die Branderkennungseinrichtung ist eine ergänzende Schutzmaßnahme zur Überwachung des Füllstandes und der Temperatur des brennbaren Dielektrikums zum Verhindern einer Entzündung durch menschliches Versagen.</p>			

Die Funktion sicherheitsrelevanter Teile, wie oben ausgeführt, muss durch Überprüfung der Schaltpläne und durch praktische Prüfungen bestätigt werden (siehe ISO 13849-2).

5.3 Betriebsarten

5.3.1 Auswahl von Betriebsarten

Die Wahl der Betriebsart muss entweder unter Verwendung eines Schlüsselschalters oder eines gleichwertigen Mittels (z.B. Zugangscode) erfolgen, welche die Anwendung bestimmter Betriebsarten auf bestimmte Bediener beschränken (siehe 6.3.3). Die Wahl der Betriebsart ist nur von außerhalb des Arbeitsbereiches gestattet und leitet keine Inbetriebnahme ein. Die ausgewählte Betriebsart muss angegeben werden (z. B. die Position des Auswahl Schalters, die Bereitstellung einer Anzeigeleuchte oder eine visuelle Anzeige auf dem Display). Beim Wechsel der Betriebsartenwahl muss sichergestellt sein, dass immer nur eine Betriebsart gemäß ISO 12100:2010, 6.2.11.10 und IEC 60204-1:2016, 9.2.3.5 aktiv ist.

5.3.2 Schutzmaßnahmen im Zusammenhang mit Betriebsarten

5.3.2.1 Automatikbetrieb (MO 1: Automatik)

Vor dem Start eines automatischen Betriebsablaufs, muss der Betriebsartenwahlschalter auf Automatikbetrieb gestellt sein, die trennenden Schutzeinrichtungen müssen geschlossen und sonstige Schutzeinrichtungen in Schutzposition sein (z. B. Zuhaltung und Feuermeldeeinrichtung betriebsbereit wenn brennbares Dielektrikum verwendet wird).

Bewegungen, die nur mit dem Beladen/Entladen von Werkzeugen/Werkstücken im Automatikbetrieb bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen verbunden sind, müssen in mit den in 5.3.2.2 genannten spezifischen Anforderungen möglich sein.

5.3.2.2 Einrichtbetrieb (MO 2: Einrichten)

Im Einrichtbetrieb muss die Spannung an berührbaren Elektroden auf ≤ 25 V a.c. oder auf ≤ 60 V d.c. nach IEC 60204-1:2016, 6.4.1 begrenzt werden (unter Verwendung einer Sicherheitsquelle nach IEC 61558-1).

Die Geschwindigkeit der Achsbewegung muss bei Einstellarbeiten überwacht werden (z. B. Messzyklen durch Berührung des Werkstücks mit einem Fühler oder einer Elektrode, Überprüfung der Bewegung des Werkstücks und/oder der Elektrode unter Verwendung des Elektrodenwechslers und/oder des Werkstückwechslers, Überprüfung/Optimierung der Einspritzungs- oder Saugspülung und Durchführung eines Trockenlaufs zur Überprüfung des NC-Programms).

Bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen darf die Achsengeschwindigkeit 2 m/min nicht überschreiten und muss überwacht werden (siehe Tabelle 2). Die Achsbewegung muss folgendermaßen gesteuert werden:

- (handbetätigt) Tippschalter, oder
- (handbetätigt) Zustimmungseinrichtung, zusammen mit einer Starttaste, oder
- elektronisches Handrad.

Für Bewegungen mit Achsgeschwindigkeit > 2 m/min und ≤ 15 m/min und bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen müssen Schutzmaßnahmen verfügbar sein, durch die der Bediener oder andere Personen mit Zugang zur EDM-Einrichtung am Eintreten mit den oberen Gliedmaßen in den Arbeitsbereich gehindert werden. Dies wird ermöglicht durch die folgenden Maßnahmen:

- Tippschalter in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung (siehe Tabelle 2), oder
- elektronisches Handrad, zusammen mit einer Zustimmungseinrichtung (siehe Tabelle 2), oder
- Mittel, welche das Erreichen der Gefahrenzone verhindern (z.B. Lichtvorhang, Laserscanner, Zweihandschaltung).

Der Halt infolge der Freigabe der Zustimmungseinrichtung muss ein sicherer Betriebshalt (SOS) nach IEC 61800-5-2:2007, 4.2.3.1, sein. Der Mindestabstand nach ISO 13855 muss eingehalten werden.

Bei rotierenden Achsen mit einer Geschwindigkeit von bis zu 50 U/min und geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen darf die Rotation nur mit einer handbetätigten Zustimmungseinrichtung möglich sein.

Im Einrichtbetrieb ist eine Achsgeschwindigkeit > 15 m/min und eine Drehgeschwindigkeit > 50 U/min nicht zulässig.

5.3.2.3 Funkenerosion-Einrichtbetrieb (MO 3: Manuelle Intervention)

Die Verwendung der EDM-Einrichtung für spezifische Ausrichtvorgänge (z. B. vertikale Drahtausrichtung, Einstellung der Abluft-Absaugung, Einstellung der Spülung des Dielektrikums und Sichtprüfung der Bearbeitung) bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen und mit an den Elektroden angelegter Spannung zwischen 60 V d.c. und 350 V d.c. oder 25 V a.c. und 100 V a.c. darf nur unter den folgenden Sicherheitsmaßnahmen erfolgen.

- a) Funkenerosion-Einrichtbetrieb während des Automatikbetriebs (Manuelle Intervention während des Automatikbetriebs):
- die trennenden Schutzeinrichtungen müssen geschlossen sein und der Schlüsselschalter muss auf Automatikbetrieb stehen;
 - die Starttaste zum Starten des Automatikbetriebs muss betätigt werden;
 - der Schlüsselschalter muss auf Funkenerosion-Einrichtbetrieb gestellt werden, um die maximale Dauer von 5 min sowie das visuelle und akustische Alarmsignal zu aktivieren (nach dieser Zeit muss der Funkenerosion-Einrichtbetrieb automatisch gestoppt werden);
 - die Taste der Einhandbedienung-Zustimmungseinrichtung muss während des Funkenerosion-Einrichtbetriebs kontinuierlich gedrückt werden. Der Automatikbetrieb muss gestoppt werden, wenn die Taste losgelassen wird;
 - die trennenden Schutzeinrichtungen müssen zum Betreiben des Funkenerosion-Einrichtbetriebs geöffnet werden (Einstellung der Abluft-Absaugung, Einstellung der Spülung des Dielektrikums, Sichtprüfung der Bearbeitung, usw.);
 - nach maximal 5 min muss der Maschinenbetrieb gestoppt und das visuelle und akustische Alarmsignal deaktiviert werden. Zum Fortführen des gestoppten Automatikbetriebs, müssen die trennenden Schutzeinrichtungen geschlossen, der Schlüsselschalter zurück auf Automatikbetrieb gestellt und die Starttaste erneut gedrückt werden;
 - wenn nach dem Schließen der trennenden Schutzeinrichtungen der Schlüsselschalter vor Ablauf der 2 min zurück auf Automatikbetrieb gestellt wird, muss der Automatikbetrieb ohne Unterbrechung fortgeführt werden;
 - wird im Funkenerosion-Einrichtbetrieb an EDM-Einrichtungen brennbares Dielektrikum verwendet, muss die Brandmeldefunktion aktiviert bleiben, um die elektrische Entladung im Falle einer Brandentzündung zu stoppen.
- b) Funkenerosion-Einrichtbetrieb während des Einstellvorgangs:
- der Schlüsselschalter muss auf Funkenerosion-Einrichtbetrieb gestellt werden, um die maximale Dauer von 2 min und das visuelle und akustische Alarmsignal zu aktivieren. Nach dieser Zeit muss der Funkenerosion-Einrichtbetrieb automatisch gestoppt werden;
 - die Taste der Einhandbedienung-Zustimmungseinrichtung muss während des Funkenerosion-Einrichtbetriebs kontinuierlich gedrückt werden;
 - der Funkenerosion-Einrichtbetrieb (z. B. vertikale Drahtausrichtung, Einstellung der Abluftabsaugung, Einstellung der Spülung des Dielektrikums sowie Sichtprüfung der Bearbeitung) muss durch Kippen oder Zuführen durchgeführt werden;
 - die Freigabe der Zustimmungseinrichtung muss nach dem Ausrichtvorgang erfolgen;

- nach einer maximalen Dauer von 2 min muss der Funkenerosion-Einrichtbetrieb automatisch gestoppt, das visuelle und akustische Alarmsignal deaktiviert werden und alle Vorgänge müssen vom Steuerungssystem ignoriert werden;
- zum Fortsetzen des Einstellvorgangs muss der Schlüsselschalter zurück auf Betriebsart Einrichten gestellt werden;
- wird im Funkenerosion-Einrichtbetrieb an EDM-Einrichtungen brennbares Dielektrikum verwendet, muss die Branderkennungsfunktion aktiviert bleiben, um die elektrische Entladung im Falle einer Brandentzündung zu stoppen.

In der Benutzerinformation ist Auskunft über die Notwendigkeit zu geben dass der Bediener Kenntnisse und Unterweisung zu den spezifischen elektrischen Gefährdungen haben muss; aus diesem Grund muss eine entsprechende schriftliche Genehmigung für die Arbeit mit spannungsführenden Teilen vorliegen (siehe 6.3.2.2).

5.3.2.4 Betriebsart Service (MO Service)

Die MO Service ist nur vorgesehen für durch den Maschinenhersteller geschultes und autorisiertes Servicepersonal oder für durch vom Kunden nach den Anweisungen des Maschinenherstellers qualifiziertes Personal (siehe 6.3.1). Diese Betriebsart ist vorgesehen für Serviceaufgaben wie Fehlerbehebung, Kalibriermessung, Diagnose und Prüfen von Maschinenfunktionen. Die Nutzung der MO Service ist optional.

a) Allgemeines:

- 1) Für die Auswahl der MO Service ist eine Serviceeinrichtung bereitzustellen. Es ist ein abschließbarer Schalter vorzusehen, der an einer kabelgebundenen, abnehmbaren Serviceeinrichtung montiert ist. Der Anschluss der Wartungseinrichtung muss an der Maschine zugänglich sein, z.B. an der Außenseite eines Schaltschranks. Warnschilder an der Serviceeinrichtung müssen darauf hinweisen, dass die Benutzung der Serviceeinrichtung auf Servicepersonal beschränkt ist, das vom Maschinenhersteller geschult und autorisiert wurde. Solange die Serviceeinrichtung mit der Maschine verbunden ist, darf keine andere Betriebsart auswählbar sein. Die Gebrauchsanweisung fordert, dass die Einrichtung nach dem Beenden der Servicetätigkeiten entfernt wird.

Die Serviceeinrichtung kann durch andere Auswahleinrichtungen ersetzt werden und beschränkt dabei die Anwendung der MO Service auf die oben genannten Personen:

- 2) ein Handbetrieb ist unter den in 5.3.2.2 beschriebenen Bedingungen möglich;
- 3) nach der Risikobeurteilung können zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen notwendig sein wie z. B. sekundäre trennende Schutzeinrichtungen, Sperren oder Blenden, in Verbindung mit Warnschildern;
- 4) pneumatische oder hydraulische Bewegungen von Maschinenteilen werden mit einer Zustimmungseinrichtung zusammen mit einer Starttaste eingeleitet und aufrechterhalten.

b) Diese Betriebsart wird eine eingeschränkte Automatik-Funktionalität der Maschine mit geöffneten beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen ermöglichen. Es bestehen folgende Einschränkungen:

- 1) eine Bearbeitung darf in der MO Service nicht möglich sein;
- 2) die Achsgeschwindigkeit darf 2 m/min nicht überschreiten und muss überwacht werden;
- 3) fortlaufende Bewegungszyklen können möglich sein (z. B. Wiederholbarkeitsprüfung);

- 4) Einschalten eines Generators (siehe 3.20) zwecks Kalibrierung kann möglich sein. Bei Verwendung von brennbarem Dielektrikum muss die Branderkennungsfunktion zum Stoppen einer elektrischen Entladung im Falle einer Brandentzündung aktiviert bleiben. Wenn Funkenerosionsarbeiten durchgeführt werden, ist die Achsbewegung durch folgende Komponenten zu kontrollieren;

- Einachsbewegung, oder;
- (handbetätigter) Tippschalter, oder;
- (handbetätigte) Zustimmungseinrichtung, zusammen mit einer Starttaste, oder;
- andere gleichwertige Maßnahmen (z. B. Lichtvorhang, Laserscanner, Zweihand-Steuerungseinrichtung).

5.4 Stopp-Funktionen

5.4.1 Betriebsstopp

Für jede Betriebsart muss eine Betriebsstopp-Funktion bereitgestellt werden, welche durch eine Stopp-Einrichtung eingeleitet wird. Wenn die Betriebsstopp-Funktion aktiviert ist, muss die Energieversorgung zu den Achsantriebsmotoren, zur Werkstückspanneinrichtung und zu der NC-Einrichtung nicht abgeschaltet werden (siehe Bild A.5 und ISO 12100:2010, 6.2.11.3).

Eine Stopp-Einrichtung muss sich in der Nähe von jedem Start oder von jedem Tippschalter befinden (siehe ISO 12100:2010, 6.2.11.8).

5.4.2 Not-Halt

Die EDM-Einrichtungen und die EDM-Systeme müssen mit einer oder mehreren Not-Halt-Einrichtungen versehen sein, die in Übereinstimmung mit IEC 60204-1:2016, 9.2.3.4.2, ISO 12100:2010, 6.3.5.2 und ISO 13850 ausgeführt sind.

Die Funktionen zum Stillsetzen im Notfall müssen der Stopp-Kategorie 1 nach IEC 60204 1:2016, 9.2.2 entsprechen und müssen die elektrische Energiezufuhr ausschalten und dabei alle Bewegungen der Haupt- und Hilfsachsen und alle elektrischen, mechanischen, hydraulischen und pneumatischen Stellteile anhalten.

Für EDM-Einrichtungen und EDM-Systeme ohne numerisch gesteuerte Achsen (z. B. EDM-Einrichtungen mit Einzel-Arbeitsachse, einschließlich elektromechanischer planetarischer Bewegungsvorrichtungen oder funkenerosivere Bohrmaschinen) darf die Stopp-Kategorie 0 nach IEC 60204 1:2016, 9.2.2, angewendet werden.

Eine Einrichtung oder Einrichtungen zum Stillsetzen im Notfall müssen an jedem Arbeitsplatz vorhanden sein, an dem eine Gefährdungssituation vom Bediener oder von sonstigem Personal erkannt und verhindert werden kann, z. B. an den folgenden Stellen:

- am Hauptbedienpult;
- am tragbaren Bedienpult, wenn eine andere Einrichtung zum Stillsetzen im Notfall innerhalb einer Entfernung von 900 mm nicht erreicht werden kann, und
- an der Werkstück-/Elektroden-Be- und -Entladestation, wenn sie von der Hauptbedienerposition getrennt sind.

5.5 Spezifische Anforderungen

Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen, wie sie bei EDM-Einrichtungen und bei EDM-Systemen erforderlich sind, um Gefährdungen, welche im Abschnitt 4 ermittelt wurden, zu verhindern, sind nach der Definition in Tabelle 3 anzuwenden und sind mit den in der Überprüfungsspalte in Tabelle 3 angegebenen Verfahren mit den folgenden abgekürzten Formulierungen zu überprüfen:

- durch Prüfung (z. B. Funktions- oder Praxistest);
- durch Messung;
- durch Berechnung;
- durch Sichtprüfung, falls Testen und Berechnung nicht geeignet sind;
- durch Analyse der Dokumentation (z. B. Schaltpläne oder Funktionsdiagramm, Bedienungsanleitung).

Tabelle 3 — Liste der Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen und ihre Überprüfungsverfahren

A	Gefährdung	Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	Überprüfungsverfahren	Relevante Norm (siehe Abschnitt 2)
A ^a	Mechanische Gefährdungen			
A1	A1.1 Mechanische Gefährdungen (allgemeine Anforderungen)	A1.1.1 Die EDM-Einrichtung muss so konstruiert sein, dass vorhersehbare mechanische Gefährdungen bei bestimmungsgemäßer Verwendung und bei vernünftigerweise vorhersehbarem Missbrauch vermieden werden.	Durch Testen und Sichtprüfung	ISO 13857 EN 349
		A1.1.2 Wenn gefährdende Situationen nicht verhindert werden können, sind trennende Schutzeinrichtungen da zu verwenden, wo ein Zugang zu den Gefährdungsbereichen bei bestimmungsgemäßer Verwendung nicht notwendig ist.	Durch Testen und Sichtprüfung	EN 953:2009, 3.2
A1	A1.2 Zugang zum Arbeitsbereich: Quetschen, Scheren und Einziehen	A1.2.1 Wenn Zugriff in das Draht-Transport-System (Rollen) erforderlich ist, müssen Schutzeinrichtungen gegen Quetschen oder Einziehen vorhanden sein, die ein Zugriff durch die Hände verhindert (z. B. einstellen eines Anschlags der ein Quetschen zwischen den Führungen verhindert). Siehe Bild A.9 zur schematischen Darstellung	Durch Testen und Sichtprüfung	ISO 13857 EN 349

A	Gefährdung	Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	Überprüfungsverfahren	Relevante Norm (siehe Abschnitt 2)
		A1.2.2 Wenn ein häufiger Zugang (mehr als einmal am Tag) zum Arbeitsbereich erforderlich ist, müssen Gefährdungssituationen durch die Verwendung verriegelter beweglicher trennender Schutzeinrichtungen verhindert werden.	Durch Testen und Sichtprüfung	EN 349 ISO 13857 EN 953:2009, 3.3 und EN 953:2009, 3.5 EN 1088
		A1.2.3 Im Automatikbetrieb muss das Öffnen von verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen alle laufenden Vorgänge stoppen, um jedes Risiko innerhalb des abgesicherten Bereiches zu verhindern (siehe entsprechende Sicherheitsfunktion in Tabelle 2), z. B. Abschalten der elektrischen Energieversorgung und gefahrbringende Bewegungen	Durch Testen und Sichtprüfung und durch Dokumentationsanalyse	IEC 60204-1:2016, 9.3.6 EN 1037
		A1.2.4 Solange die verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen geöffnet bleiben, ist ein unerwarteter Anlauf in allen Betriebsarten zu verhindern (siehe entsprechende Sicherheitsfunktion in Tabelle 2).	Durch Testen und Sichtprüfung und durch Dokumentationsanalyse	EN 1037:2008, 3.2
		A1.2.5 Es dürfen keine anderen gefahrbringenden Maschinenbewegungen durch die Betätigung eines Sensors entstehen.	Durch Testen und Sichtprüfung und durch Dokumentationsanalyse	bbb)
A2	Mechanische Gefährdungen innerhalb des Arbeitsbereiches	An EDM-Einrichtungen und -an EDM-Systemen, bei denen ein Ganzkörperzugang zum abgesicherten Raum (Arbeitsbereich) durch eine verriegelte Tür vorgesehen ist (z. B. zur Werkstück-/Elektroden-Reinigung sowie zur Überprüfung des Arbeitsfortschritts), ist eine Einrichtung bereitzustellen, welche ein versehentliches Schließen der Tür oder der Türen verhindert, um gefährdende Bewegungen und/ oder Aktionen zu verhindern (z. B. Einfüllen von Dielektrikum in den Arbeitsbehälter).	Durch Testen und Dokumentationsanalyse	EN 1088 IEC 60204-1:2016, 5.4 und IEC 60204-1:2016, 9.3.1

A	Gefährdung	Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	Überprüfungsverfahren	Relevante Norm (siehe Abschnitt 2)
A3	A3.1 Mechanische Gefährdungen durch Transfereinrichtungen (z. B. Elektrodenmagazin, Werkstückwechsler und/oder andere Wechseleinrichtungen)	A3.1.1 Ein Zugang zu gefahrbringenden Bewegungen des Werkzeug- und/oder Werkstückmagazins muss durch feststehende oder verriegelte trennende Schutzeinrichtungen mit Zuhaltung verhindert werden.	Durch Testen und Sichtprüfung	EN 953 ISO 13855 EN 1088
		A3.1.2 Ein Öffnen der trennenden Schutzeinrichtung der Elektroden/Werkzeugwechsler muss automatische Bewegungen des Werkzeugwechslers oder -magazins verhindern. Als schematisches Beispiel siehe Bilder A.7 und A.8.	Durch Testen und Sichtprüfung	
		A3.1.3 Die Bewegung des Elektroden-/Werkstückwechslers im Einrichtbetrieb darf nur unter den in 5.3.2.2 genannten Voraussetzungen möglich sein.	Durch Testen und Sichtprüfung	ISO 13857 IEC 60204-1:2016, 9.3.6 und IEC 60204-1:2016, 9.2.3.7
		A3.1.4 Während ein Werkzeugwechsel oder Magazinbewegungen im Gange sind, muss ein Öffnen der Tür durch eine Verriegelung mit einer Zuhaltung verhindert werden. Ein Zugang zu anderen verbleibenden Gefährdungen ist zu verhindern.	Durch Testen und Sichtprüfung	
A4	Fallende oder herausgeschleuderte Objekte oder Flüssigkeiten	Es sind trennende Schutzeinrichtungen bereitzustellen, um das vorhersehbare Heraus-schleudern von Flüssigkeit zurückzuhalten. Hydraulische und pneumatische Systeme müssen nach den Anforderungen der entsprechenden Normen konstruiert sein. (z. B. Verhindern von Restdruck).	Durch Testen und Sichtprüfung	EN 953 ISO 4413 ISO 4414
A5	Mechanische Gefährdungen durch das Auslaufen von Flüssigkeit aus dem Arbeitsbehälter	Die Tür(en) des Arbeitsbehälters müssen verschlossen sein, um ein versehentliches Öffnen zu verhindern.	Durch Testen und Sichtprüfung	EN 1088

A	Gefährdung	Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	Überprüfungsverfahren	Relevante Norm (siehe Abschnitt 2)
A6	A6.1 Ausrutschen, Stolpern und Fallen von Personen (bezogen auf die Maschine)	A6.1.1 Wenn ein Flüssigkeitssystem vorhanden ist, muss der Sicherheitsbehälter des Dielektrikums so konstruiert sein, dass ein Auslaufen verhindert und ein Spritzen und Sprühen minimiert wird. Es ist ein rutschfester Bodenbelag vorzusehen, besonders für Bereiche, bei denen ein häufiger Zugang erforderlich ist (wie z. B. Beseitigung von Abfällen und Filterwechsel).	Durch Testen und Sichtprüfung	
		A6.1.2 Zugangsmöglichkeiten falls es erforderlich ist den Innenraum der Maschine zu betreten, oder auf der Maschine, z. B. Handläufen und Fußleisten und wenn möglich muss ein rutschfester Bodenbelag vorhanden sein.	Durch Sichtprüfung	ISO 14122-1 ISO 14122-2 ISO 14122-3
		A6.1.3 Die Betriebsanleitung muss Anforderungen für angemessenes Schuhwerk enthalten [siehe 6.3.2.2 b) 2] und/oder Angaben, an welchen Stellen um die Maschine rutschfeste Bodenbeläge vorzusehen sind [siehe 6.3.2.2 a) 2].	Durch Sichtprüfung	
A7	Mechanische Gefährdungen in Verbindung mit dem Versagen von sicherheitsrelevanten Teilen im Steuerstromkreis	Die EDM-Einrichtung und die sicherheitsrelevanten Teile des Steuerungssystems müssen das erforderliche Performance Level PLr, wie in ISO 13849-1 erfüllen (siehe 5.2).	Durch Testen und Dokumentationsanalyse	IEC 60204-1:2016, 9.4 ISO 13849-1 ISO 13849-2
A8	Herunterfallen eines Achsschlittens durch Überfahren des Endschalters	Maßnahmen müssen ergriffen werden um das unbeabsichtigte herausziehen des Schlittens aus den Enden der Führungsbahnen, zu verhindern	Durch Testen und Sichtprüfung	
A9	Instabilität der Einrichtung während der Montage, der Installation und der Inbetriebnahme	Im Benutzerhandbuch und auf der Verpackung der Einrichtung muss folgendes deutlich gekennzeichnet sein: die Aufhängepunkte zum Heben die Masse Art des Bewegungsablaufs.	Durch Dokumentationsanalyse	

A	Gefährdung	Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	Überprüfungsverfahren	Relevante Norm (siehe Abschnitt 2)
B	Elektrische Gefährdungen			
B1	Elektrische Gefährdungen (allgemeine Anforderungen)	Die elektrische Ausrüstung der EDM-Einrichtung und der EDM-Systeme muss so konstruiert sein, dass jede Art von elektrischem Schlag, welche für Personen gefährlich sein kann, verhindert wird.	Durch Sichtprüfung und Dokumentationsanalyse	IEC 60204-1
B2	B2.1 Personen, die mit spannungsführenden Teilen in Berührung kommen	B2.1.1 Spannungsführende Teile müssen sich in Gehäusen befinden, die Schutz vor direktem Kontakt bieten. Das Gehäuse muss mindestens dem Schutzgrad IP2X oder IPXXB nach IEC 60529 entsprechen.	Durch Sichtprüfung und Dokumentationsanalyse	IEC 60204-1:2016, 6.2.2 IEC 60529
		B2.1.2 Gehäuse einschließlich Steuerungseinrichtungen (z. B. Tastaturen, tragbare Bedienpulte) müssen dort vor vorhersehbaren äußeren Einflüssen oder Umgebungsbedingungen geschützt sein, wo die Einrichtung oder das System für den Betrieb vorgesehen ist (z. B. Bearbeitungsrückstände, Dielektrikum). Der Schutzgrad durch die Gehäuse oder die Steuerungseinrichtungen muss nach IEC 60529 mindestens IP 22 entsprechen.	Durch Sichtprüfung und Dokumentationsanalyse	IEC 60529
		B2.1.3 Die Gehäuse müssen so angebracht und befestigt sein, dass die Zugänglichkeit und die Durchgängigkeit der Schutzbeschaltung ermöglicht wird. Zudem ist der Isolationswiderstand zu prüfen.	Durch Sichtprüfung und Dokumentationsanalyse	IEC 60204-1:2016
		B2.1.4 Der Arbeitsbereich an der EDM-Einrichtung und am EDM-System ist mit verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen zu schützen, wie in 5.3.2 angegeben, um eine zufällige oder versehentliche Berührung zu verhindern.	Durch Sichtprüfung und Dokumentationsanalyse	EN 1088

A	Gefährdung	Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	Überprüfungsverfahren	Relevante Norm (siehe Abschnitt 2)
		B2.1.5 Das Öffnen von verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen, welche spannungsführende Teile schützen, muss im Automatikbetrieb die Unterbrechung der elektrischen Energieversorgung auslösen (siehe Tabelle 2).	Durch Sichtprüfung und Dokumentationsanalyse	IEC 60204-1:2016 EN 1088
		B2.1.6 Wenn bei EDM-Einrichtungen und EDM-Systemen eine Spannung von mehr als 25 V Ac oder 60 DC an die Elektrode im Arbeitsbereich angelegt wird, müssen die verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen geschlossen sein, mit Ausnahme des Funkenerosions-Einrichtbetrieb (siehe 5.3.2.3).	Durch Sichtprüfung und Dokumentationsanalyse	IEC 60204-1:2016 EN 1088
		B2.1.7 An EDM-Einrichtungen und EDM-Systemen, bei denen die Positionserfassung im Funkenerosions-Einrichtbetrieb bei geöffneten verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen vorgesehen ist (z. B. kleine Elektroden, dünne Drähte), gelten die Anforderungen nach 5.3.2.3.	Durch Sichtprüfung und Dokumentationsanalyse	IEC 61558-1
B3	Personen, die mit Teilen in Kontakt kommen, die unter fehlerhaften Bedingungen spannungsführend geworden sind	Die elektrische Ausrüstung der EDM-Einrichtung und des EDM-Systems muss über eine Verbindung zum Schutzleitersystem verfügen zum Verhindern von gefährlichen Bedingungen für Personen im Falle eines Isolierungsfehlers zwischen spannungsführenden Teilen und freiliegenden leitfähigen Teilen.	Durch Testen und Messung	IEC 60204-1:2016, 5.2, 6.3.3, 8.2, 18.2
B4	Gefährdungen aufgrund von elektromagnetischen Störungen die ein Versagen von sicherheitsrelevanten Bauteilen im Steuerungssystem hervorrufen können	EDM-Einrichtungen und EDM-Systeme müssen in Bezug auf die Störfestigkeit in Übereinstimmung mit den EMV-Bestimmungen für industrielle Einrichtungen gegen elektromagnetische Störungen ausgelegt sein (z. B. HauptspannungsfILTER, Erdung, Abschirmung, geeignete Verdrahtung der EDM Einrichtung). Für schematische Beispiele siehe Bilder A.1 und A.2.	Durch Messung	IEC 61000-6-2 IEC 60204-1:2016, 4.4.2 IEC 61000-6-4

A	Gefährdung	Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	Überprüfungsverfahren	Relevante Norm (siehe Abschnitt 2)
B5	Gefährdungen durch elektromagnetische Störungen, die ein Risiko für elektrische Implantate in menschlichen Körpern hervorrufen	Die niederfrequenten elektromagnetischen Interferenzen sowie das magnetische Feld müssen aus kurzer Distanz in Übereinstimmung mit den relevanten Normen gemessen werden. Das Ergebnis bestimmt die Emissionskategorie der EDM-Einrichtung und die jeweiligen Symbole müssen deutlich sichtbar an der EDM-Einrichtung angebracht werden. 	Durch Messung und Dokumentationsanalyse	CISPR 11 EN 62226-1, EN 62226-2-1, EN 62226-3-1 EN 62311 EN 12198-1, EN 12198-2, EN 12198-3 ISO 7010:2003, Tabelle 2, W005 und W006
B6	Unerwarteter Anlauf	Ein sicherer Betriebshalt (siehe Tabelle 2) muss zum Verhindern eines unerwarteten Anlaufs angewendet werden.	Durch Berechnung und praktische Tests	IEC 61800-5-2 EN 1037
C	Gefährdungen durch Lärm			
C1	Gehörverlust oder andere physiologische Beeinträchtigungen	Die EDM-Einrichtung und deren Zusatzeinrichtungen müssen so konstruiert sein, dass gefährdende Geräusch-emissionen entweder durch die Verwendung geräuscharmer Bauteile oder durch die Anwendung geräuschmindernder Maßnahmen vermieden werden.	Durch Messung und Dokumentationsanalyse	ISO 3746 ISO 4871 ISO 11202 ISO/TR 11688-1 Anhang B (dieser internationalen Norm)
D	Gefährdungen durch Materialien und Substanzen (und ihre Bestandteile), die von der Maschine verarbeitet oder verwendet werden			
D1	Allgemeine Anforderungen	Die EDM-Einrichtung muss so konstruiert sein, dass Leckagen verhindert werden, um eine sichere Handhabung der bei der Bearbeitung verwendeten Stoffe und/oder eine Entfernung von Dielektrikum, Filtern, von Bearbeitungsrückständen, Schlamm oder anderer Abfälle zu ermöglichen.	Durch Testen und Sichtprüfung	

A	Gefährdung	Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	Überprüfungsverfahren	Relevante Norm (siehe Abschnitt 2)
D2	Gefährdungen durch Kontakt mit oder Einatmen von schädlichen Gasen, Nebel und Staub	Die EDM-Einrichtung muss so konstruiert sein, dass der Kontakt mit schädlichem Dielektrikum vermieden wird. Dem Nutzer müssen als Teil der EDM-Einrichtung und des EDM-Systems Mittel zur Verfügung stehen, die eine Verbindung mit dem lokalen Abluftsystem ermöglichen. (Als schematisches Beispiel siehe Bild A.3.)	Durch Testen und Dokumentationsanalyse	EN 626-1
D3	Berührungsrisiken durch das Auslaufen von Flüssigkeit aus dem Arbeitsbehälter	Die Tür(en) des Arbeitsbehälters muss/müssen zum Verhindern einer versehentlichen Öffnung verriegelt sein, wenn sich Dielektrikum im Arbeitsbehälter befindet.	Durch Testen und Sichtprüfung	EN 1088
D4	Bildung von Gasen	Die Behälter für das Dielektrikum müssen Vorrichtungen enthalten, durch die eine Konzentration von gefährlichen Gasen verhindert wird (z. B. natürliche Belüftung durch Belüftungsöffnungen oder durch Zwangsbelüftung). Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um das Dielektrikum im Verhältnis zur maximalen Leistung, die von der EDM-Einrichtung geliefert wird, zu kühlen.	Durch Testen und Dokumentationsanalyse	
D5	Flammpunkt des Dielektrikums	Die EDM-Einrichtung muss für die Verwendung eines Dielektrikums mit einem Flammpunkt von mindestens 60°C ausgelegt sein. Siehe Anhang C zu Brandschutzvorschriften für regionale Sonderfälle.	Durch Dokumentationsanalyse	
D6	Temperaturanstieg des Dielektrikums	EDM-Einrichtungen, bei denen brennbares Dielektrikum eingesetzt wird, müssen mit zwei unabhängig voneinander arbeitenden Temperaturerfassungssystemen ausgestattet sein, welche die elektrische Bearbeitungsleistung abschalten, wenn die Temperatur des Dielektrikums im Arbeitsbehälter 50°C überschreitet. In diesem Fall muss	Durch Testen und Dokumentationsanalyse	

A	Gefährdung	Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	Überprüfungsverfahren	Relevante Norm (siehe Abschnitt 2)
		<p>der Temperaturanstieg angegeben werden. Als schematisches Beispiel siehe Bilder A.5 und A.6.</p> <p>Siehe Anhang C zu Branschutzzvorschriften für regionale Sonderfälle.</p> <p>Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um das Dielektrikum im Verhältnis zur maximalen Leistung, die von der EDM-Einrichtung geliefert wird, zu kühlen.</p>		
D7	Unzureichender Flüssigkeitsstand des Dielektrikums	<p>Wenn brennbares Dielektrikum verwendet wird, muss die Tiefe, in der sich die elektrische Entladung zu einem beliebigen Zeitpunkt abspielt, weniger als 40 mm unterhalb der freien Oberfläche des Dielektrikums liegen. Dies kann zum Beispiel durch die Verwendung eines verstellbaren Überlaufes erreicht werden.</p> <p>Für den Fall, dass der verarbeitende Stromwert groß ist, muss der dielektrische Füllstand höher gehalten werden (z. B. 100 mm oder mehr).</p> <p>Siehe Anhang C zu Branschutzzvorschriften für regionale Sonderfälle.</p>	Durch Testen und Dokumentationsanalyse	
D8	Absinken des Flüssigkeitsstandes des Dielektrikums	<p>EDM-Einrichtungen, bei denen brennbares Dielektrikum eingesetzt wird, müssen mit zwei unabhängig voneinander arbeitenden Temperaturerfassungssystemen ausgestattet sein, welche die elektrische Bearbeitungsleistung abschalten, wenn der Flüssigkeitsstand des Dielektrikums im Arbeitsbehälter unter den voreingestellten Stand absinkt. In diesem Fall muss das Absinken des Standes angegeben werden. Als schematisches Beispiel siehe Bilder A.5 und A.6.</p>	Durch Testen und Dokumentationsanalyse	

A	Gefährdung	Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	Überprüfungsverfahren	Relevante Norm (siehe Abschnitt 2)
D9	Entzündung von Feuer an der Oberfläche des Dielektrikums durch Materialansammlung zwischen Elektrode und Werkstück	EDM-Einrichtungen, bei denen brennbares Dielektrikum verwendet wird, müssen mit Tiefenüberwachungsvorkehrungen ausgestattet sein, um die elektrische Arbeitsleistung auszuschalten, wenn die Entladung bei einem Materialaufbau die höchste eingestellte Entladungssicherheit überschreitet. In diesem Falle muss der Maschinenstopp durch Rückzug der Elektrode angegeben werden.	Durch Testen	
D10	Feuer	EDM-Einrichtungen, bei denen brennbares Dielektrikum verwendet wird, müssen mit einer Brandmeldeanlage ausgestattet sein, welche die gesamte Energieversorgung abschaltet (z. B. elektrisch, pneumatisch, hydraulisch) und das zugehörige Abluftabsaugungssystem schließt. Die Aktivierung des Systems muss durch akustische und optische Signale angezeigt werden und des Weiteren muss ein Signal entweder an einen integrierten automatischen Feuerlöscher oder an eine zentralisierte Brandmeldekreise oder an alle sonstigen Einrichtungen übermittelt werden. Als schematisches Beispiel siehe Bilder A.4 und A.5.	Durch Testen und Sichtprüfung und Dokumentationsanalyse	EN 2 EN 54-1
D11	Ausbreitung von Feuer durch brennbare Materialien; Verteilung von Gasen und Flüssigkeiten	EDM-Einrichtungen, bei denen brennbares Dielektrikum verwendet wird, müssen, zusätzlich zum Brandmeldesystem, so konstruiert sein, dass ein besonderes Augenmerk auf dem Verhindern der Ausbreitung von Feuer liegt (z. B. durch Nebel, durch fehlende Barrieren oder Leckage des Dielektrikums aus dem Arbeitsbehälter). Alle Bauteile des dielektrischen Systems (z. B. dielektrischer Flüssigkeitsbehälter, Arbeitsbehälter, Befüllungs-/Entleerungssysteme) sowie das Abluftabsaugungssystem müssen	Durch Testen und Sichtprüfung und Dokumentationsanalyse	EN 2

A	Gefährdung	Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	Überprüfungsverfahren	Relevante Norm (siehe Abschnitt 2)
		aus nicht brennbaren Materialien hergestellt sein.		
D12	Gefährdungen aufgrund von elektromagnetischen Störungen die ein versagen von sicherheitsrelevanten Bauteilen im Steuerungssystem hervorrufen können	Die sicherheitsrelevanten Teile des Temperatur- und Füllstandsüberwachungssystem müssen so konstruiert sein, dass sie immun gegen elektromagnetische Störungen sind.	Durch Testen und Messen	IEC 61000-6-2 IEC 60204-1:2016, 4.4.2
E Gefährdungen durch Spannungsausfall und Wiederherstellung				
E1	Ausfall der elektrischen Energieversorgung	Im Falle einer Spannungsschwankung oder eines Spannungsausfalls muss die EDM-Einrichtung anhalten. Während der Dauer des Spannungsausfalls muss die Einrichtung weiter stillstehen. Die Integrität der Sicherheitsfunktionen der Einrichtungen wie z. B. Spannungseinrichtungen, Elektroden- oder Werkstückwechsler, Behälter für das Dielektrikum, Position der Achsen, und Brandmeldeanlage werden entweder durch mechanische Rückhaltevorrichtungen (z. B. federbelastete Verriegelungsvorrichtungen) oder durch eine unterbrechungsfreie Energieversorgung aufrechterhalten.	Durch Testen und Dokumentationsanalyse	IEC 60204-1:2016, 7.5
E2	Druckverlust	Wenn sicherheitsrelevante Funktionen von hydraulischen oder pneumatischen Systemen abhängen, muss die EDM-Einrichtung im Falle eines Druckverlustes anhalten. Während der Dauer des Druckverlustes muss die EDM-Einrichtung weiter stillstehen. Die Integrität der Sicherheitsfunktionen der Einrichtungen wie z. B. Spanneinrichtungen, Elektroden- oder Werkstückwechsler, Behälter für das Dielektrikum,	Durch Testen und Dokumentationsanalyse	ISO 4413 ISO 4414